

# IDENTIFICATION DES TYPES DE TEMPS SENSIBLES (TTS) FAVORABLES AUX EXTRÊMES DE CHALEUR ESTIVAUX À GRENOBLE ET ECHIROLLES, FRANCE

Sandra ROME<sup>1</sup>, Yingting WANG<sup>1</sup>, Sylvain BIGOT<sup>1</sup>, Julia HIDALGO<sup>2</sup>, Xavier FOISSARD<sup>1</sup>

1 Univ. Grenoble Alpes, Institut des Géosciences de l'Environnement (UMR 5001, Univ. Grenoble Alpes – CNRS – INRAE – IRD – Grenoble INP), IGE, CS 40700 - 38058 Grenoble Cedex 9 – France, sandra.rome@univ-grenoble-alpes.fr, sylvain.bigot@univ-grenoble-alpes.fr, xavier.foissard@univ-grenoble-alpes.fr

2 Centre National de la Recherche Scientifique, Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires (UMR 5931, Université de Toulouse-CNRS-EHESS-ENSFEA), LISSST, 31058 Toulouse – France, julia.hidalgo@univ-tlse2.fr

## Identification of Local Weather Types (LWT) propitious to summer heat extremes in Grenoble and Echirolles, France

**Mots-clés :** extrême de chaleur, type de temps sensible (TTS), Grenoble, projet CASSANDRE

**Keywords:** extreme heat, Local Weather Type (LWT), Grenoble, CASSANDRE project

### Introduction

Si la tendance au réchauffement observée depuis 30 ans se poursuit, le réchauffement de la planète atteindra +1,5°C en novembre 2033 (Copernicus, 2024). Or en été, le stress thermique est exacerbé par l'Îlot de Chaleur Urbain (ICU). En Europe de l'Ouest, l'été 2022 a été particulièrement chaud, avec une anomalie de température moyenne de +2,8°C pour juin-juillet-août (JJA), cumulant en France une canicule par mois (Météo-France, 2023 ; Sorel *et al.*, 2022). Ces périodes de chaleur extrême associées génèrent des impacts et des risques, notamment pour la santé et le bien-être, pouvant entraîner des pertes et des dommages (IPCC, 2022). Ainsi, face à l'augmentation des vagues de chaleur (fréquence, intensité/sévérité et durée) et des extrêmes chauds en général, les villes de Grenoble et d'Echirolles (Isère, France), collectivités partenaires du projet CASSANDRE, ont entamé des recherches sur le climat urbain pour identifier l'ICU, le réduire et s'y adapter en aménageant l'espace public. Aussi, ce travail vise à identifier les types de temps sensibles (TTS) associés aux jours de chaleur extrême (très forte chaleur, vagues de chaleur, ICU) dans l'agglomération grenobloise.

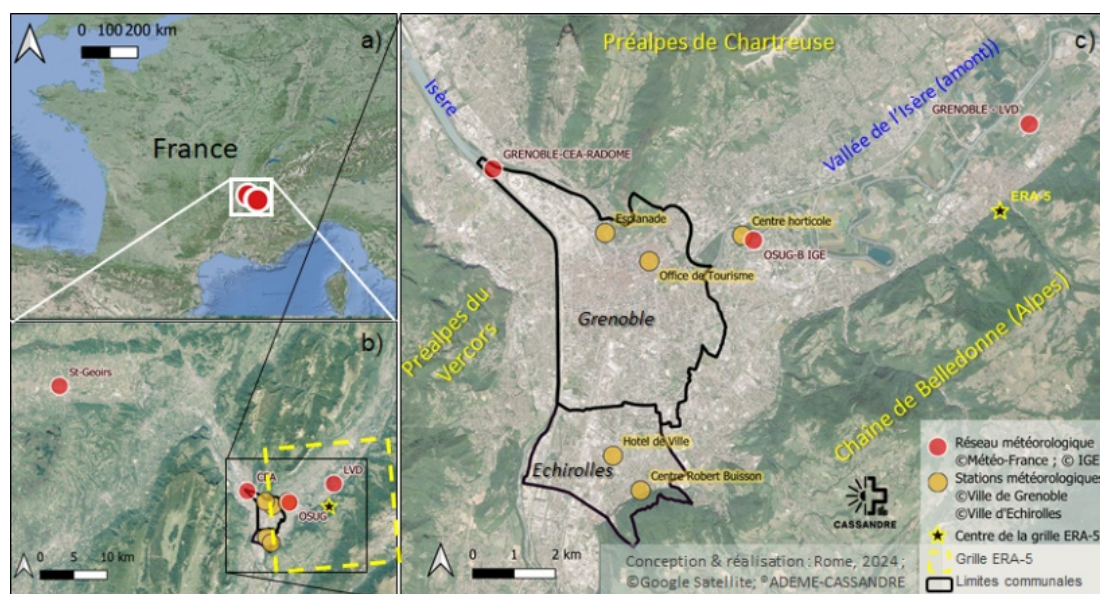
## 1. Matériel et méthodes

### 1.1. Méthode utilisée : la classification des types de temps sensibles (TTS)

Ce travail utilise la classification des TTS développée par Hidalgo & Jouglà (2018) et Jouglà *et al.* (2019) ; la méthode se réfère à la série d'états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle qui définissent son climat local ; elle permet d'identifier des situations météorologiques locales par classification de 5 paramètres atmosphériques et appliqués à 50 villes françaises. La classification nécessite 1/ de disposer de données horaires, 2/ pour une station météo située en milieu rural, référentiel de ladite ville et 3/ sur une période assez longue, idéalement 30 ans. Les paramètres atmosphériques requis sont : 1/ l'amplitude thermique ( $\Delta T$ , *i.e.*  $T_x - T_n$ , °C), 2/ l'humidité spécifique moyenne ( $g \cdot kg^{-1}$ ), 3/ les précipitations ( $mm \cdot h^{-1}$ ), 4/ la vitesse du vent ( $m \cdot s^{-1}$ ) et 5/ sa direction selon 4 quadrants (1-90° ; 91-180° ; 181-270° ; 271-360°). Par ailleurs, pour le cas étudié ici, l'ICU est défini lorsque l'écart de température minimale ( $\Delta T_n$ ) entre d'une part, les stations urbaines de Grenoble Office de Tourisme et Echirolles Hôtel de Ville et, d'autre part, la station rurale de Grenoble Le Versoud, dépasse 3°C et que la vitesse du vent est inférieure à 2 m/s, par nuit claire (Foissard *et al.*, 2022).

### 1.2. Données atmosphériques utilisées dans le modèle appliqué

Les données météorologiques quotidiennes disponibles pour la station rurale de Grenoble Le Versoud étant lacunaires, et celles de Grenoble Saint-Geoirs peu représentatives de la ville (Rome *et al.*, 2020), ce sont les réanalyses ERA-5 (ECMWF) qui sont utilisées et ce, du 1<sup>er</sup> janvier 2002 au 31 décembre 2022. Le point de grille de résolution 0,25°× 0,25° le plus proche de Grenoble est quasiment centré sur la station de Grenoble Le Versoud (Fig. 1). Pour adapter le modèle au contexte topographique complexe de l'Y grenoblois, la direction du vent n'est pas conservée car n'améliore pas le modèle et les seuils de précipitations sont modifiés par rapport à la méthode initiale. L'écart thermique urbain-rural nocturne et ainsi indirectement l'intensité de l'ICU, est calculé entre les données observées dans les stations urbaines de Grenoble et d'Echirolles et la station rurale de Le Versoud lors des étés 2020-2022, période d'étude spécifique pour les TTS.



**Figure 1.** Localisation de la zone étudiée, du réseau de mesures atmosphériques disponible et du point de grille ERA-5 (carré pointillé jaune) dans le contexte grenoblois.

## 2. Résultats synthétiques

Sept types de TTS sont obtenus selon le centroïde de chaque variable et la fréquence d'occurrence (nombre de jours appartenant à un groupe). Le TTS 1, le plus fréquent (22% des jours), représente surtout les situations d'hiver à forte  $\Delta T$  ( $\approx 10^\circ\text{C}$ ) et faibles précipitations ( $< 1\text{ mm}$ ). Le TTS 7 (13,3% des jours) concentre surtout les jours secs à forte  $\Delta T$  ( $> 12^\circ\text{C}$ ), vent faible ( $< 1\text{ m.s}^{-1}$ ) et humidité spécifique forte ( $\approx 8,9\text{ g.kg}^{-1}$ ), c'est-à-dire des jours de forte chaleur sèche. Ce type correspond à la situation météo la plus propice aux extrêmes chauds *i.e.* notamment aux ICU et vague de chaleur sèche. Le TTS 6, le 3<sup>ème</sup> plus fréquent ( $\approx 14\%$ ), correspond aux autres situations chaudes et sèches, présentes lors des vagues de chaleur mais pas uniquement.

## Conclusion

Les fortes chaleurs dans l'aire grenobloise sur la période 2002-2022, associées aux vagues de chaleur et/ou à l'ICU, sont favorisées par une situation météorologique sans précipitation, avec une forte amplitude thermique diurne et un vent faible venant surtout de secteur ouest et sud. Ces situations sont responsables des très fortes chaleurs ( $T_X > 35^\circ\text{C}$ ) estivales et des nuits tropicales ( $T_N > 20^\circ\text{C}$ ) associées aux canicules. Ce travail sur les TTS adapté au contexte local permet aux municipalités d'anticiper des actions opérationnelles comme la protection des habitants face aux fortes chaleurs estivales.

**Remerciements :** Ce travail est réalisé dans le cadre du projet CASSANDRE financé par l'APR PACT2e (Planifier et Aménager, face au Changement climatique, la Transition des Territoires) de l'ADEME.

## Bibliographie

- Copernicus, 2024 : *Global Climate Highlights 2023* [The 2023 annual climate summary]. DOI ici.
- Foissard, X., Rome, S., Bigot, S., & Fouvet, A.-C. (2022). Réseau de mesures et analyses spatio-temporelles de l'ilot de chaleur urbain grenoblois : L'été 2020. *Le changement climatique, les risques et l'adaptation*, 35, vol 2. pp 133-140.
- Hidalgo, J., & Jouglu, R., 2018 : On the use of local weather types classification to improve climate understanding : An application on the urban climate of Toulouse. *PLOS ONE*, 13(12), e0208138. DOI ici.
- IPCC, 2023 : Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability : Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (1<sup>re</sup> éd.). Cambridge University Press. DOI ici.
- Jouglu, R., Hidalgo, J., & Pouponneau, B., 2019 : Identification des situations météorologiques locales pour une cinquantaine de villes françaises. *La Météorologie*, 106, 59. DOI ici.
- Météo-France, 2023 : *Eté 2022 : Les épisodes de chaleur attribués au changement climatique*. Lien ici.
- Rome, S., Bigot, S., Foissard, X., Madelin, M., Duche, S., & Fouvet, A.-C., 2020 : Les deux épisodes caniculaires de l'été 2019 à Grenoble : Constat et perspective pour une gestion des extrêmes thermiques futurs. *Climatologie*, 17, 12. DOI ici.
- Sorel, M., Mittelberger, S., & Kreitz, M., 2022 : Un été 2022 extrêmement chaud. *La Météorologie*, 119, 099. DOI ici.